

Electronic accident data recorder for motor vehicle

Patent Number: DE19509711

Publication date: 1995-09-28

Inventor(s): WIDL ANDREAS DIPL PHYS (DE)

Applicant(s): MANNESMANN AG (DE)

Requested Patent: ☐ DE19509711

Application

Number: DE19951009711 19950309

Priority Number(s): DE19951009711 19950309; DE19944408632 19940309

IPC Classification: G01C23/00; G01P15/00; G01C21/02; G07C5/08; B62D41/00; B60R21/32; B60R21/16; G01S5/12

EC Classification: G07C5/08R2, B62D41/00, G01C21/26, G01P1/06

Equivalents:

Abstract

The recorder includes a data memory, in the form of a ring memory, and two acceleration sensors. The two acceleration sensors are arranged at an angle to each other in a horizontal plane. Data interface to acceleration sensors may be mounted in the vehicle but outside the equipment unit, e.g. the accelerometers for triggering an airbag system. The arrangement can have a data interface for a positioning system based on a satellite navigation system, e.g. the GPS. The satellite system position, speed and vehicle direction data, as well as its accurate time information, are stored for subsequent reconstruction of the accident.

Data supplied from the **esp@cenet** database - 12



① BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ Pat ntschrift
⑩ DE 195 09 711 C 2

⑤ Int. Cl. 9:
G 01 C 23/00

G 01 P 15/00
G 01 C 21/04
G 07 C 5/08
B 62 D 41/00
B 60 R 21/32
B 60 R 21/18
G 01 S 5/12

② Aktenzeichen: 195 09 711.4-52
③ Anmeldetag: 9. 3. 85
④ Offenlegungstag: 28. 9. 95
⑤ Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: 16. 10. 97

DE 195 09 711 C 2

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

⑧ Innere Priorität:

P 44 08 632.6 09.03.84

⑦ Patentinhaber:

Mannesmann AG, 40213 Düsseldorf, DE

④ Vertreter:

P. Meissner und Kollegen, 14199 Berlin

⑦ Erfinder:

Widl, Andreas, Dipl.-Phys., 81667 München, DE

⑥ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit
in Betracht gezogene Druckschriften:

DE 41 38 138 C1
DE 42 20 863 A1
DE 42 18 397 A1
DE 42 11 933 A1

⑤ Unfalldatenschreiber und Verfahren zur Analyse eines Unfallgeschehens

⑤ Elektronischer Unfalldatenschreiber zur Speicherung von Daten, die ein Unfallgeschehen charakterisieren, in einem Fahrzeug, mit einem als Ringspeicher ausgebildeten Datenspeicher zur Aufzeichnung dieser Daten und mit mindestens zwei im wesentlichen horizontal und in einem Winkel zueinander ausgerichteten Beschleunigungssensoren oder mit einer Datenschnittstelle, an die entsprechende außerhalb der Geräteeinheit des Unfalldatenschreibers im Fahrzeug angeordnete Beschleunigungssensoren, insbesondere die Beschleunigungssensoren zur Auslösung eines Airbag-Systems, anschließbar sind, sowie mit einer Datenschnittstelle (GPS-Schnittstelle) für ein Positionsbestimmungsgesamt auf der Basis eines Satellitennavigationssystems (GPS-Empfänger) dadurch gekennzeichnet, daß zur genaueren Datenerfassung für eine spätere Rekonstruktion eines Unfallgeschehens zusätzlich zu den Daten der Beschleunigungssensoren die während des Unfallgeschehens in kurzen zeitlichen Abständen vom GPS-Empfänger ermittelten Daten über die Position (Koordinaten des GPS-Ortes), die Geschwindigkeit und die Bewegungsrichtung des Fahrzeuges sowie die zugehörige genaue Uhrzeit auf dem Ringspeicher aufzeichnenbar ist.

DE 195 09 711 C 2

Beschreibung

Die Erfindung betrifft einen elektronischen Unfalldatenschreiber gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1 sowie ein Verfahren zur Analyse eines Unfallgeschehens anhand von aufgezeichneten Daten eines in einem Fahrzeug angeordneten elektronischen Unfalldatenschreibers.

Ein Unfalldatenschreiber zeichnet den Verlauf der Ereignisse anhand der von verschiedenen Sensoren ermittelten Daten über einen Zeitraum auf, der üblicherweise etwa von 30 Sekunden vor dem Unfall bis ca. 3 Minuten nach dem Unfall reicht. Er dient zur beweismässigen Sicherung des Geschehens. Die Aufzeichnung der Daten erfolgt dabei nach dem Prinzip einer Endlosschleife, d. h. es bleibt ständig ein praktisch gleichbleibendes Datenvolumen gespeichert, wobei der Platz für neu aufgezeichnete Daten durch das Überschreiben der jeweils ältesten Daten geschaffen wird (Ringspeicher). Bei den zur Analyse des Unfallgeschehens herangezogenen Daten handelt es sich neben Daten über die Betätigung bestimmter Funktionseinheiten (z. B. Blinker, Bremsen, Beleuchtung) im wesentlichen um Translationsbeschleunigungswerte aus piezoelektrischen Sensoren sowie um Drehwinkelbeschleunigungswerte aus einem Kompaß. Aus diesen Daten werden die einzelnen Fahrzeugpositionen, die Fahrzeuggeschwindigkeiten und Fahrzeugausrichtungen vor und nach dem Unfall im nachhinein bestimmt. Integriert man die Beschleunigung über die Zeit, so erhält man die Geschwindigkeit als Funktion der Zeit. Bei erneuter Integration ergibt sich der vom Fahrzeug zurückgelegte Weg innerhalb einer bestimmten Zeitspanne, also die jeweilige Position des Fahrzeugs in Abhängigkeit von der Zeit. Im praktischen Fall werden solche Integrale näherungsweise durch Aufsummierung zeitlich aufeinanderfolgender Meßwerte ermittelt.

Eine solche numerische Integration über längere Zeitintervalle kann jedoch zu erheblichen Fehlern führen, wenn die Integrationsgrenzen (z. B. Anfangs/Endzeitpunkt oder Anfangs/Endgeschwindigkeit) nicht genau bekannt sind. Radsensoren, die zur Feststellung des zurückgelegten Wegs herangezogen werden können, liefern im Falle des Blockierens der Räder oder beim Schleudern des Fahrzeugs, d. h. also bei einer Bewegung quer zur Laufrichtung der Räder regelmäßig fehlerhafte Werte.

Auch die aufgezeichneten Beschleunigungsdaten selbst können erheblich fehlerbehaftet sein. In einem solchen Fall wird bei jedem Integrationsschritt dieser Fehler mit aufsummiert, so daß der insgesamt entstehende Fehler um so größer wird, je länger das Zeitintervall der Integration ist. Die Verfälschung der Beschleunigungsdaten ergibt sich bei einem Fahrzeug vielfach dadurch, daß die Erdbeschleunigung zusätzlich zur eigentlichen Fahrzeugbeschleunigung von den Sensoren mitgemessen wird. Wenn ein Fahrzeug beispielsweise eine nach außen abwärts geneigte Kurve durchfährt, generiert ein senkrecht zur Fahrtrichtung und senkrecht zur vertikalen (Z-Achse des Fahrzeugs) angebrachter Beschleunigungssensor ein Mischsignal aus Zentrifugal- und Erdbeschleunigung. Eine entsprechende Problematik ergibt sich beim Befahren von unebenen Straßen, die das Fahrzeug in Nick- und Rollschwingungen versetzt, der beim Befahren von aufsteigenden oder abfallenden Straßenabschnitten.

Sieht man für jeden Freiheitsgrad (drei translatorische und drei rotatorisch) jeweils einen eigenen Be-

schleunigungssensor vor, lassen sich die einzelnen Größen fehlerfrei bestimmen. Der damit verbundene rechentechnische und sensortechnische Aufwand ist jedoch aus wirtschaftlichen Gründen für einen kommerziell verwertbaren Unfalldatenspeicher nicht akzeptabel.

Aus der gattungsbildenden DE 42 20 963 A1 ist ein Navigationssystem für ein Fahrzeug bekannt, das um einige Eigenschaften eines Unfalldatenschreibers erweitert ist. Dieses fahrzeuginterne Navigationssystem beinhaltet neben einer Rechereinheit einen Azimut-Richtungssensor, einen Wegmeßsensor (Radsensor), eine CD-ROM-Speichereinheit für eine digitalisierte Straßennetzkarte und einen Funkempfänger GPS-Empfänger), der mittels Satellitennavigation (GPS = Global Positioning System) Daten über die aktuelle geographische Position des Fahrzeugs liefert. Dieses Navigationssystem ist so konzipiert, daß in zeitlichen Intervallen die vom GPS-Empfänger jeweils ermittelte geographische Position des Fahrzeugs im Sinne eines Unfalldatenschreibers aufgezeichnet wird. Wird durch bestimmte Sensorsignale ein Unfall festgestellt, wird die weitere Aufzeichnung von Daten über die Fahrbedingungen des Fahrzeugs abgebrochen, so daß die bis dahin gespeicherten Daten dauerhaft erhalten bleiben und für eine Analyse des Unfallgeschehens zur Verfügung stehen.

In welcher Weise eine solche Analyse erfolgen kann und welche Aussagen im einzelnen daraus abzuleiten sind, geht aus der DE 42 20 963 A1 nicht hervor. Aus dieser Schrift ergibt sich keine Anregung, die Funktionen eines Unfalldatenschreibers durch einen GPS-Empfänger zu ergänzen, also zusätzlich zu der herkömmlichen Sensorik zu nutzen. Eine wesentliche Aufgabe des dort beschriebenen Systems ist es, im Falle eines Unfalls eine möglichst genaue Ortsangabe für den Unfallort zu ermöglichen, um Hilfsdienste, die den Unfallopfern behilflich sein sollen, möglichst schnell und zielsicher heranzuführen zu können. In einer bevorzugten Ausführungsform dieses Navigationssystems ist vorgesehen, im Falle eines eingetretenen Unfalles eine automatische Aussendung eines entsprechenden Hilferufes über Funk mit den exakten Ortsdaten auszulösen.

Eine unmittelbare Nutzung der von dem Navigationssystem aufgezeichneten Koordinaten der vom GPS-Empfänger ermittelten jeweiligen Fahrzeugpositionen (im folgenden auch GPS-Orte genannt) zur Rekonstruktion des Fahrweges kommt im allgemeinen nicht in Frage, da das GPS-Satelliten-Navigationssystem keine Werte mit hinreichender Genauigkeit liefert. Die GPS-Satelliten wurden nämlich primär für militärische Steuerungszwecke installiert. Zur Verringerung der Gefahr einer mißbräuchlichen Nutzung der technisch möglichen extrem hohen Ortungsgenauigkeit (Abweichung unter 5 m) werden die GPS-Satelliten so betrieben, daß die von zivilen Nutzern empfangbaren Satelliten-Signale einer gezielten Verzerrung unterzogen werden, so daß die Ortungsgenauigkeit auf eine Größenordnung von etwa 100 m beschränkt bleibt. Dies ist für die Rekonstruktion eines Unfallgeschehens mindestens um eine Größenordnung zu ungenau. Die Anwendung zusätzlicher terrestrischer Einrichtungen bei der Satelliten-Navigation (z. B. DGPS = Differential Global Positioning System) ermöglicht zwar eine deutliche Verbesserung der Ortungsgenauigkeit, ist aber ebenfalls nicht geeignet für die ortstgetreue Aufzeichnung in einem Unfalldatenschreiber.

Schließlich sei noch auf die DE 42 18 397 A1 hingewiesen. Dieser Stand der Technik befaßt sich mit der

Verbesserung eines Unfalldatenschreibers, wobei aber nicht auf Daten von einem GPS-Empfänger zurückgegriffen wird. Hier sind Sensoren zur Erfassung von Geschwindigkeitsmeßwerten vorgesehen. Die Aufzeichnung von Zeitinformationen erfolgt punktuell sobald ein bestimmtes Kriterium für den Fahrzeugzustand (Fahrzeugstillstand oder Überschreitung eines Verzögerungsschwellwertes) erfüllt ist. Die gespeicherte Uhrzeit erlaubt dann eine Zuordnung der Daten zu einem bestimmten Verkehrsgeschehen. Sachinformationen über das Unfallgeschehen lassen sich nicht ableiten.

Aufgabe der Erfindung ist es, einen elektronischen Unfalldatenschreiber und ein Verfahren zur Auswertung aufgezeichneter Unfalldaten dahingehend zu verbessern, daß eine genauere Aussage über den während eines Unfallgeschehens und unmittelbar vor dem Eintritt dieses Unfallgeschehens zurückgelegten Weg eines Fahrzeugs gemacht werden kann, ohne daß es hierzu der Aufzeichnung von Daten einer speziellen für diesen Zweck eingesetzten aufwendigen Zusatzsensorik bedarf.

Gelöst wird diese Aufgabe erfindungsgemäß für einen Unfalldatenschreiber mit den im Patentanspruch 1 angegebenen Merkmalen. Durch die kennzeichnenden Merkmale des Unteranspruchs 2 ist dieser Unfalldatenschreiber in vorteilhafter Weise weiter ausgestaltbar. Ein erfindungsgemäßes Verfahren weist die im Patentanspruch 3 angegebenen Merkmale auf. Die Unteransprüche 4 bis 9 beziehen sich auf vorteilhafte Weiterbildungen dieses Verfahrens.

Die Erfindung basiert wesentlich auf der Erkenntnis, daß die Begrenzung der Ortungsgenauigkeit bei der Satelliten-Navigation durch Einführung pseudozufälliger Schwankungen auf die für die Positionsbestimmung von den Satelliten ausgesandten Bahn- und Zeitinformationen erreicht wird, wobei diese Schwankungen im Vergleich zu dem relativ kurzen Ablauf eines Unfallgeschehens sehr langsam vorstatten gehen. Wenn das Zeitfenster, in dem die Satellitensignale betrachtet und ausgewertet werden, klein ist (z. B. < 1 Minute) dann kann der Grad der Verzerrung der Signale zumindest in erster Näherung als konstant angenommen werden. Das bedeutet, daß die einzelnen ermittelten GPS-Orte, die das Fahrzeug im Laufe des Unfallgeschehens passiert hat, zwar um bis zu 100 m vom tatsächlichen passierterten Ort entfernt liegen können, daß aber die Abstände zwischen den einzelnen GPS-Orten, also ihre relative Lage zueinander, weitgehend den tatsächlichen Verhältnissen entspricht.

Interpoliert man die einzelnen ermittelten GPS-Orte vor dem Unfall über einen bestimmten Zeitraum, so bekommt man ein "Fahrprofil" des vom Fahrzeug zurückgelegten Weges. Es handelt sich dabei um ein relatives Fahrprofil, das hinsichtlich seiner absoluten Ortsangaben wegen der vorstehend beschriebenen GPS-Ungeauigkeiten von den absoluten geographischen Koordinaten des Verlaufs der Straße, die das Fahrzeug befahren hat, abweicht. Unter der Voraussetzung eines klein gewählten Zeitfensters (z. B. 20 — 40 Sekunden) ist es möglich, das relative Fahrprofil durch eine einfache Transformation (Nullpunktverschiebung) mit einer ausreichenden Genauigkeit auf den tatsächlichen Trassenverlauf der benutzten Straße zu übertragen. Der Korrekturvektor für eine solche parallele Ortsverschiebung läßt sich auf einfache Weise ermitteln. Der Ort, an dem das Fahrzeug am Ende des Unfalls zum endgültigen Stillstand gekommen ist, läßt sich v. Istständig exakt ermitteln. Auf der anderen Seite können dem Speicher des

Unfalldatenschreibers diejenigen Koordinaten entnommen werden, die der GPS-Empfänger unmittelbar nach Eintritt des Fahrzeugstillstands für die erreichte Endlage des Fahrzeugs ermittelt hat. Durch Differenzbildung zwischen diesen Positionsdaten läßt sich problemlos der Korrekturvektor für die Verschiebung des Nullpunktes des benutzten Koordinatensystems errechnen. Zumindest für die Endphase des Unfallgeschehens handelt es sich hierbei um eine quasi exakte Größe, die auch für ein Zeitfenster von relativ kurzer Dauer als hinreichend genau betrachtet werden kann. Unter diesem Gesichtswinkel ist es sinnvoll, einen herkömmlichen elektronischen Unfalldatenschreiber durch eine Schnittstelle zu erweitern, an die ein GPS-Empfänger anschließbar ist, so daß zusätzliche Informationen (GPS-Ort, Fahrzeuggeschwindigkeit und -richtung, genaue Uhrzeit) aufzeichnbar sind und für eine genauere Rekonstruktion eines Unfallgeschehens zur Verfügung stehen.

Da die Schwankungen der Satelliten-Signale im allgemeinen eher kontinuierlich und nicht sprunghaft erfolgen, läßt sich eine weitere Verbesserung der Genauigkeit im Hinblick auf ein bei der Auswertung der aufgezeichneten Signale vergrößertes Zeitfenster dadurch erreichen, daß die Tendenz der Schwankungen unmittelbar nach dem Erreichen der Endlage des Fahrzeugs bestimmt wird. Die Erfindung sieht daher in einer vorteilhaften Weiterbildung vor, daß noch für eine kurze Zeit (z. B. 10—20 Sekunden) unmittelbar nach dem Erreichen der Endlage die GPS-Orte der Endlage weiter bestimmt und mit der tatsächlichen Position der Endlage verglichen werden und hieraus eine Tendenz abgeleitet wird, mit der die aufgebrachten Schwankungen stattfinden. Durch Extrapolation für die Zeit vor dem Erreichen der Endlage lassen sich auf diese Weise zeitabhängige Korrekturvektoren für die jeweilige Nullpunktverschiebung des Koordinatensystems ableiten.

Heutige GPS-Empfänger lassen es ohne weiteres zu, bis zu zweimal pro Sekunde die Fahrzeugposition, die Fahrzeuggeschwindigkeit und die Fahrtrichtung zu bestimmen.

Kürzere Meßintervalle verbessern die Genauigkeit der Aufzeichnung des vom Fahrzeug während des Unfalls und unmittelbar davor zurückgelegten Streckenverlaufs, der in der Analyse des Unfallgeschehens ermittelt wird. Je nach Geschwindigkeit des Fahrzeugs während eines Unfalls kann der in z. B. einer oder einer halben Sekunde zurückgelegte Weg vergleichsweise große Werte annehmen (z. B. 30 bis 50 m), d. h. die einzelnen unmittelbar nacheinander ermittelten GPS-Orte können ohne weiteres einen Abstand voneinander in dieser Größenordnung aufweisen. Daher wäre eine Wegbeschreibung allein anhand der GPS-Orte zu ungenau. Erfindungsgemäß ist daher vorgesehen, die Rekonstruktion des zurückgelegten Weges abschnittsweise (entsprechend einer Zeitdauer von z. B. einer oder wenigen Sekunden) anhand der auf herkömmliche Weise (in wesentlich kürzeren Zeitabständen von beispielsweise 1/100 Sekunde) ermittelten Beschleunigungswerte vorzunehmen und die GPS-Daten im Sinne von Randbedingungen zu berücksichtigen. Auf diese Weise läßt sich der Fahrzeugweg gestützt auf die "Fixpunkte" aus den GPS-Daten quasi durch entsprechende Interpolation mit Hilfe der herkömmlichen Daten extrem genau ermitteln. Besonders vorteilhaft dabei ist die Tatsache, daß die Fahrzeuggeschwindigkeit, die bisher nur durch eine erste Integration der Beschleunigung über die Zeit erhalten werden konnte, durch das GPS-System an den jeweiligen GPS-Orten von vorn herein mit außeror-

dentlich hoher Genauigkeit geliefert wird, so daß die "Zwischenwerte" ebenfalls mit hoher Präzision bestimmbar sind.

Eine extrem hohe Genauigkeit in der Unfallanalyse läßt sich dann erzielen, wenn zu Beginn der Auswertung eine Korrektur der vom Unfalldatenschreiber registrierten GPS-Orte vorgenommen wird, indem nachträglich von einem Betreiber z. B. eines DGPS-Systems (Differential Global Positioning System) die zum jeweiligen Meßzeitpunkt aktuell vom DGPS-System ermittelten und dort aufgezeichneten exakten Korrekturdaten abgefragt und zur Berichtigung der aufgezeichneten Positionen verwendet werden. Dadurch ergibt sich für die GPS-Orte eine absolute Genauigkeit, die unter 10 m liegt. In Verbindung mit der beschriebenen Nullpunktverschiebung erhält man dann eine hochgenaue Rekonstruktion des tatsächlich vom Fahrzeug während des Unfalls zurückgelegten Weges.

Die Erfindung ermöglicht es, aufgrund der — bezogen auf den tatsächlichen Straßenverlauf — extrem hohen Genauigkeit in der Beschreibung des vom Fahrzeug zurückgelegten Weges eine genaue Aussage beispielsweise darüber zu machen, auf welcher Fahrspur oder Fahrbahnseite sich ein Fahrzeug in der Situation befunden hat, die möglicherweise für die Auslösung des Unfallgeschehens maßgebend war. Ein wesentlicher Vorteil der Erfindung ist darin zu sehen, daß deren Durchführung keine Installation einer aufwendigen Zusatzsensorik am Fahrzeug voraussetzt. Für die Detektierung eines Unfalls und insbesondere die Feststellung des erreichten Endstadiums des Unfallgeschehens können beispielsweise die ohnehin vorhandenen Sensoren eines Airbag-Systems verwendet werden. Die Funktionen eines herkömmlichen Unfalldatenschreibers lassen sich durch das beschriebene System der Satelliten-Navigation, das vorteilhafterweise Bestandteil eines im Fahrzeug ohnehin vorhandenen Zielführungssystems ist, auf einfache Art und Weise wesentlich erweitern.

Patentansprüche

1. Elektronischer Unfalldatenschreiber zur Speicherung von Daten, die ein Unfallgeschehen charakterisieren, in einem Fahrzeug, mit einem als Ringspeicher ausgebildeten Datenspeicher zur Aufzeichnung dieser Daten und mit mindestens zwei im wesentlichen horizontal und in einem Winkel zueinander ausgerichteten Beschleunigungssensoren oder mit einer Datenschnittstelle, an die entsprechende außerhalb der Geräteeinheit des Unfalldatenschreibers im Fahrzeug angeordnete Beschleunigungssensoren, insbesondere die Beschleunigungssensoren zur Auslösung eines Airbag-Systems, anschließbar sind, sowie mit einer Datenschnittstelle (GPS-Schnittstelle) für ein Positionsbestimmungsgerät auf der Basis eines Satellitennavigationssystems (GPS-Empfänger) dadurch gekennzeichnet, daß zur genaueren Datenerfassung für eine spätere Rekonstruktion eines Unfallgeschehens zusätzlich zu den Daten der Beschleunigungssensoren die während des Unfallgeschehens in kurzen zeitlichen Abständen vom GPS-Empfänger ermittelten Daten über die Position (Koordinaten des GPS-Ortes), die Geschwindigkeit und die Bewegungsrichtung des Fahrzeugs sowie die zugehörige genaue Uhrzeit auf dem Ringspeicher aufzeichnenbar ist.

2. Unfalldatenschreiber nach Anspruch 1, dadurch

gekennzeichnet, daß die Daten des GPS-Empfängers in Abständen von etwa 0,5 bis 1 Sekund ermittelt und aufgezeichnet werden.

3. Verfahren zur Analyse eines Unfallgeschehens anhand von aufgezeichneten Daten eines in einem Fahrzeug angeordneten elektronischen Unfalldatenschreibers, insbesondere nach Anspruch 1, der mindestens die Positionsdaten des Fahrzeugs (Koordinaten des GPS-Ortes), die von, einem auf der Basis eines Satelliten-Navigationssystems arbeitenden und im Fahrzeug angeordneten Positionsbestimmungsgeräts in bestimmten zeitlichen Abständen ermittelt werden, mindestens während einer Zeitspanne unmittelbar vor Beginn bis zum Ende des Unfallgeschehens aufgezeichnet und dauerhaft speichert, wobei das Stattfinden eines Unfallgeschehens anhand von Sensorsignalen, insbesondere anhand der Signale von Sensoren zur Auslösung eines Airbag-Systems ermittelt wird und wobei die zur Bestimmung der GPS-Orte ausgesendeten Satelliten-Signale zur bewußten Begrenzung der Ortungsgenauigkeit beim Betrieb der Satelliten verzerrt werden, dadurch gekennzeichnet,

daß zur Rekonstruktion des vom Fahrzeug während des Unfallgeschehens und unmittelbar vorher zurückgelegten Weges die Koordinaten des GPS-Ortes aus den aufgezeichneten Daten ausgewählt werden, der unmittelbar ermittelt wurde, nachdem das Fahrzeug zum Stillstand gekommen ist (Erreichen seiner Endlage) und

daß beim Vergleich der Koordinaten der vor dem Erreichen der Endlage aufgezeichneten GPS-Orte mit den exakten Koordinaten des tatsächlichen Straßenverlaufs der vom Fahrzeug benutzten Fahrstrecke eine Nullpunktverschiebung des Koordinatensystems um einen Korrekturvektor erfolgt, der anhand des Unterschieds zwischen den ausgewählten Koordinaten des GPS-Ortes der Endlage und den exakten auf den tatsächlichen Straßenverlauf bezogenen Koordinaten dieser Endlage bestimmt wurde.

4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß eine bezogen auf den Zeitpunkt der Datenaufzeichnung veränderliche Nullpunktverschiebung vorgenommen wird, indem durch Vergleich der exakten Position der Endlage mit den in der Zeit unmittelbar nach Stillstand des Fahrzeugs für die Endlage aufgezeichneten GPS-Orten eine Tendenz der aufgetretenen Fehlergröße der GPS-Signale ermittelt wird und die vor dem Erreichen der Endlage ermittelten GPS-Orte durch Extrapolation der Fehlergröße jeweils zeitabhängig entsprechend der ermittelten Tendenz korrigiert werden.

5. Verfahren nach Anspruch 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, daß der vom Fahrzeug zurückgelegte Weg abschnittsweise durch Integration anhand der von den Beschleunigungssensoren gelieferten Beschleunigungsdaten ermittelt wird, wobei zur Korrektur etwaiger Meßfehler die vom GPS-Empfänger gelieferten Daten als Randbedingungen genutzt werden.

6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Abschnitte der Integration gemessen an der Dauer des Unfallgeschehens jeweils einem kurzen Zeitraum, insbesondere einem Zeitraum von weniger als 1 bis 2 Sekunden entsprechen.

7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Integrationsabschnitte jeweils durch zwei unmittelbar aufeinander folgende Messungen des GPS-Empfängers begrenzt sind.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 5 bis 7, 5
dadurch gekennzeichnet, daß zur Rekonstruktion des vom Fahrzeug zurückgelegten Weges die Geschwindigkeits- und Bewegungsrichtungsdaten des GPS-Empfängers als Korrekturgrößen mit berücksichtigt werden. 10

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 3 bis 8, 10
dadurch gekennzeichnet, daß die aufgezeichneten Koordinaten der GPS-Orte zu Beginn der Analyse um Korrekturwerte verändert werden, die nachträglich aus den zeitgerecht aufgezeichneten Korrekturdaten eines Korrektursenders, insbesondere aus einem DGPS-System, ermittelt werden. 15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65